

課題名 (タイトル) :

Morphogenesis of multi-cellular organisms

利用者氏名 : ○本多 久夫

所属 : 形態形成シグナル研究グループ

<p>1. 本課題の研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係</p> <p>多細胞生物の形態形成はこれを構成している細胞の振舞いによってなされる。細胞の振舞いを数理的に記述する方法があれば、数理により形態形成を理解することができる。</p> <p>そこで、組織を構成する細胞を多面体と考えて、すべての多面体の頂点の動きを記述する運動方程式をつくっている。これにより細胞の振舞いが数理的に表せる。この運動方程式を数値計算で解くには大きな計算が必要だが、これができるとこれまでにないアプローチで形態形成を研究することができる。</p> <p>2. 具体的な利用内容、計算方法</p> <p>物理学で Vertex dynamics とよばれる微分方程式を多細胞系に応用した。この運動方程式の解を得るプログラムを Fortran 言語で作り、ricc システムのバッチジョブによって計算する。</p> <p>3. 結果</p> <p>これまで 3 次元 (3D) 空間における多面体の集合体の形の変化を記述する 3D-vertex model を作り、ハエ胚が行う気管形成にみられる invagination に対応する多面体集合体の形の変化を追求してきた。ここでアクトミオシンに由来するアピカル面近くの辺の収縮とともに気管を形成する細胞の胚内部への落ち込み運動を仮定すると invagination に対応するシミュレーションを行うことができた。ここで胚内部への細胞の移動が何に起因するのか不明である。</p> <p>気管形成研究のもう一つの対象として、胚内に落ち込んだ気管の先端近くの細い管の形成がある。一周 2 個の細胞からなる管が伸長して一周 1 個の細胞からなる管に転換する。この対象に使う細胞モデルとして、2D-vertex model によって細胞配置を計算し、この 2D 面を円柱にまるめる手</p>	<p>法を採用してきた。これは円柱という人為的な制約を課しているので、今回より一般的に使える 3D 空間で自由に変形する曲面モデルを制作している。このモデルの基本はほぼできあがった。現在 3D 空間でのいくつかの曲面に対して使用の可能性を確認中である。</p> <p>4. まとめ</p> <p>3D-vertex 多面体モデルを使った気管形成のシミュレーションについては現時点で可能なことはほぼ行った。3D-vertex 曲面モデルを作成し具体的使用を検討中である。</p> <p>5. 今後の計画・展望</p> <p>気管 invagination の実験によりえられた立体的構造とモデルを使ったシミュレーションの対応を行う。また 3D 空間での曲面モデルを使い上皮シートのダイナミックな変形のシミュレーションを行う。</p>
--	---

平成 25 年度 RICC 利用研究成果リスト

【国際会議などの予稿集、proceeding】

Honda, H., “Morphogenesis by successive self-constructions of cells” pp.146-150
in ISIS Congress-Festival Symmetry: Art and Science “Labyrinth and Symmetry” 2013.

Honda, H., “Biological cell models based on Voronoi tessellation are antecedents of modern
vertex cell models” pp.73-74 in Fifth International Conference on Analytic Number Theory
and Spatial Tessellatios (Voronoi Conference 2013).

【国際会議、学会などでの口頭発表】

H.Honda, “Three-dimensional cell model for tissue morphogenesis”
Workshop “Computational modeling of regenerative medicine and cellular pattern formation”
organized by Jie Liang, Qing Nie and Lei Zhang. 35th Annual International Conference of the IEEE
Engineering in Medicine and Biology Society (EMSC). July 3rd, 2013 at Osaka International Convention
Center in Osaka.

H.Honda, “Morphogenesis by successive self-constructions of cells”
in ISIS Congress-Festival Symmetry: Art and Science, “Labyrinth and Symmetry”
(Imperial Belvedere Hotel, Hersonissos, Crete, Greece 9/14 9:00-9:45, 2013)

H. Honda, “Biological cell models based on Voronoi tessellation are antecedents of
modern vertex cell models” in Fifth International Conference on Analytic Number Theory
and Spatial Tessellatios (Voronoi Conference), (Institute of Physics and Mathematics of
the National Pedagogical Dragomanov University, Kyiv, Ukraine, 9/17 9:30-10:15, 2013)